

ОПРЕДЕЛЕНИЕ ИНТЕНСИВНОСТИ ОТЛОЖЕНИЙ ПРИ НЕЭКВИВАЛЕНТНЫХ КОНЦЕНТРАЦИЯХ ЩЕЛОЧНОСТИ

Дана оценка результатов лабораторных исследований влияния перемешивания на ингибирование карбонатных отложений при различных: температурах, концентрациях взвешенных веществ, масел, и неэквивалентных соотношениях гидрокарбонатной и гидратной щелочности. Определены эффективные диапазоны параметров перемешивания для модернизации конструкции гидроциклона с целью проведения опытно-промышленных испытаний.

Ключевые слова: метод, отложения, смешивание, щелочность, адгезия, прямоточный гидроциклонный аппарат, очистка, эффективность, методика, кристалл карбоната кальция.

Постановка проблемы

Обеспечение оборотных циклов водоснабжения промышленных предприятий водой необходимого качества является актуальной задачей для предприятий металлургической, машиностроительной, химической и других отраслей промышленности. Решение поставленной задачи в данной работе заключается в смешивании подводимых потоков сточных вод с гидратной и гидрокарбонатной щелочностью и с последующим умягчением смешанных вод за счет интенсивного перемешивания в модернизированной гидроциклонной установке.

Анализ последних исследований и публикаций

Существует метод [1] совместного умягчения и отстаивания сточных вод оборотного водоснабжения металлургических производств с различной щелочностью путем их смешения и последующего отстаивания смеси вод в радиальных отстойниках. Опыт эксплуатации показал неэффективность процесса смешения сточных вод в сооружениях отстойного типа из-за неудовлетворительного гидравлического режима движения воды. В результате в отстойной воде сохраняется активная кристаллическая форма карбоната кальция, осаждающаяся и прикрепляющаяся на внутренней поверхности трубопроводов, создавая плотные отложения.

Формулировка цели статьи

В данной работе решение поставленной задачи заключается в определении оптимальных параметров смешения указанных вод с целью модернизации известной конструкции прямоточного гидроциклонного аппарата [2] и его применения для

умягчения сточных вод [3]. Модернизированная гидроциклонная установка предусматривает эффективное смешивание подводимых потоков сточных вод с различной (гидрокарбонатной и гидратной) щелочностью для умягчения смешанных вод за счет перехода карбонатных соединений в нерастворимую форму и интенсивного их перемешивания с целью снижения заряда (адгезионной способности) активных кристаллов.

Изложение основного материала

Основные факторы, влияющие на динамику умягчения воды в экспериментальной работе, обоснованы разработанной методикой [4] проведения исследований, базирующейся на многолетних результатах эксплуатации систем оборотного водоснабжения кислородно-конвертерных и доменных цехов, а также станов горячей прокатки и МНЛЗ, "чистых" циклов металлургического производства.

В лабораторных условиях исследовано влияние скорости и продолжительности интенсивного перемешивания воды при температурах 20; 30; 40; 55 °С, величине общей щелочности 2,5; 5,0; 7,0; 20,0 ммоль/дм³, концентрации масел 0; 25; 50 мг/дм³ крупностью капель 0-20 мкм и взвешенных веществ 0; 1-10; 1000; 5000; 7000 мг/дм³ дисперсностью 0-50 мкм, при соотношении гидратной и гидрокарбонатной щелочности 1:2 и 2:1 по объему на интенсивность образования кристаллов солей жесткости. При соотношении 1:2 щелочность гидрокарбонатная имела концентрацию – 1,7; 3,3; 4,7; 13,3 ммоль/дм³, а гидратная – 3,3; 6,7; 9,3; 26,7 ммоль/дм³. При соотношении 2:1 концентрация гидратной щелочности составляла 3,3; 6,7; 9,3; 26,7 ммоль/дм³, гидрокарбонатной – 1,7; 3,3; 4,7; 13,3 ммоль/дм³ соответственно.

Исследуемые водные растворы готовили на водопроводной воде с химическим составом: рН=6,9-7,6; общее солесодержание – 640-800 мг/дм³; щелочность Що = 4,6-5,6 ммоль/дм³; жесткость Жо = 7,3-7,8 ммоль/дм³; хлориды Cl⁻ = 45-65 мг/дм³; сульфаты SO₄²⁻ = 205-311 мг/дм³, окисляемость 7,7-8,4 мг/дм³

По результатам исследований [4] с эквивалентной концентрацией щелочности (гидратной и гидрокарбонатной) в смеси вод определены эффективные диапазоны параметров скорости (v) и продолжительности (t) перемешивания, обеспечивающие выгодную эффективность ингибирования отложений (от 90% и выше). Изначально величины линейной скорости и продолжительности интенсивного перемешивания принимались исходя из условий перемешивания, характерных для напорных трубопроводов подачи отстоянной и охлажденной воды: в газоочистки систем оборонного водоснабжения доменных печей и конвертеров; потребителям станов горячей прокатки и МНЛЗ.

Эффективные диапазоны технологических параметров (v, t) при интенсивном перемешивании оказались следующие:

- при $C_{\text{взв}}=0$; 1-10 мг/дм³ и $C_{\text{м}}=0$; 25; 50 мг/дм³ линейная скорость перемешивания $v=2,5$ м/с и продолжительность перемешивания $t=150$ с;
- при $C_{\text{взв}}=1000$ мг/дм³ и $C_{\text{м}}=0$; 25; 50 мг/дм³ линейная скорость перемешивания $v=1,6$; 2,5 м/с и продолжительность перемешивания $t=150$ с;
- при $C_{\text{взв}}=5000$; 7000 мг/дм³ и $C_{\text{м}}=0$; 25; 50 мг/дм³ для $v_{\text{min}} = 1,0$ м/с – продолжительность перемешивания $t=90$ с, а при $t_{\text{min}}=30$ с – линейная скорость перемешивания $v=1,6$ м/с.

Полученные значения параметров позволили сузить диапазоны проведения дальнейших лабораторных экспериментов в условиях смешения растворов с неэквивалентным соотношением объемов гидратной и гидрокарбонатной щелочности 1:2 и 2:1 при наличии и отсутствии масел.

Согласно уточнённой методике исследуемые водные растворы с гидрокарбонатной и гидратной щелочностью неэквивалентных концентраций сливали в химический стакан объемом 1 л. На водяной бане смешанный водный раствор доводился до необходимой температуры, после чего медленно (линейная скорость v при вращении – 0,3 м/с) перемешивался с помощью лабораторной мешалки в течение 30 с и затем отстаивался в течение 150 с (т.н. «холостой» опыт с неинтенсивным перемешиванием). В «результативных» опытах после медленного (0,3 м/с в течение 30 с) перемешивания, смесь подвергалась интенсивному перемешиванию мешалкой (v – 1,0; 1,6; 2,5 м/с) продолжительностью 30; 90; 150 с. Количество

карбоната кальция, осажденного на стеклянных образцах в «холостых» и «результативных» опытах, подвергалась сравнительному анализу.

Полученные эффективные параметры для условий интенсивного перемешивания при соотношении щелочности в неэквивалентных концентрациях по объему приведены в табл. 1, 2.

Таблица 1

Эффективные параметры при интенсивном перемешивании при соотношении щелочности (гидратной и гидрокарбонатной) 1:2

Концентрация в исходной воде, мг/дм ³		Перемешивание		Эффективность ингибирования отложений Э, %
масел $C_{\text{м}}$	взвеси $C_{\text{взв}}$	скорость v, м/с	продолжительность t, с	
0; 25; 50	0-10	2,5	150	96-99
	1000	1,6	150	96-97
		2,5		96-99
	5000; 7000	1,0	90	97-98
		1,6	30	96-97

Таблица 2

Эффективные параметры при интенсивном перемешивании при соотношении щелочности (гидратной и гидрокарбонатной) 2:1

Концентрация в исходной воде, мг/дм ³		Перемешивание		Эффективность ингибирования отложений Э, %
масел $C_{\text{м}}$	взвеси $C_{\text{взв}}$	скорость v, м/с	продолжительность t, с	
0; 25; 50	0-10	2,5	150	95-99
	1000	1,6	150	95-97
		2,5		96-99
	5000; 7000	1,0	90	96-97
		1,6	30	96-98

Выводы

1. Максимальная степень ингибирования плотных солевых (карбонатных) отложений в эффективных диапазонах гидродинамических параметров (v) и (t) для смеси вод с соотношением V1:V2 (объемов) вод с гидрокарбонатной и гидратной щелочностью составила: при V1:V2=1:2÷2:1 и концентрациях гидрокарбонатной щелочности 1,7-26,7 ммоль/дм³ – 95-99 %.

2. Установлено, что концентрация взвешенных веществ существенно влияет на процесс ингибирования плотных солевых отложений при

интенсивном перемешивании. В экспериментах с одинаковыми гидродинамическими параметрами перемешивания с ростом концентрации взвешенных веществ от 0 до 7000 мг/дм³ и в отсутствие масел прирост эффективности ингибирования возрастает до 59 %. При этом присутствие масел в воде с концентрациями до 50 мг/дм³ практически не оказывает влияние на этот процесс.

4. Результаты исследований могут лечь в основу технических решений по модернизации сооружений отстойного типа, предназначенных для очистки сточных вод различных производств, где имеется необходимость в их стабилизационной обработке.

Литература

1. Шуб В. Б., Хвостак Л. Л., Пантелют Г. С., Муха В. И. Водоборотные системы на металлургических предприятиях // Водоснабжение и санитарная техника. 1987, № 12 – С. 25-26.
2. Пат. 77476 Україна МПК В04 С 7 / 00, В04 С 3 / 00. Гідроциклонний апарат для очищення води від важких домішок / Шеренков І. А., Левашова Ю. С. – № 20040705586 ; Бюл. № 12 – 2 с.
3. Исследование вопроса применения вихревых напорных аппаратов при очистке воды от малорастворимых солей / С. Е. Никулин, А. В. Прокопенко // Коммунальное хозяйство городов : науч.-техн. сб. / Харьк. нац. акад. гор. хоз-ва. – Киев : Техніка, 2010. – ISSN 0869-1231. Вып. 93. Серия : Технические науки и архитектура. – С. 295-300.

4. Обоснование общей методики исследований и параметров модернизированного гидроциклона / С. Е. Никулин, А. В. Прокопенко // Коммунальное хозяйство городов. – 2011. – № 99. – С. 307-312.

References

1. Shub V. B., Hvostak L. L., Panteljut G. S., Muha V. I. Vodoborotnye sistemy na metallurgicheskikh predpriyatiyah (1987). Water system at the metallurgical enterprises. Water and Sanitation Equipment, 12, 25-26.
2. Sherenkov I. A., Levashova Yu. S. Ukrainian Patent 77 476, December 15, 2006.
3. Nikulin S. E., Prokopenko A. V. (2010). The vortex pressure devices using investigation for purified water from the sparingly soluble salts. Scientific-technical collection. Utilities city, 93, 295-300.
4. Nikulin S. E., Prokopenko A. V. (2011). Justification general research methodology and parameters of the modernized hydrocyclone. Scientific-technical collection. Utilities city, 99, 307-312.

Рецензент: д-р техн. наук, проф. С.С. Душкін, Харківський національний університет міського господарства ім. О.М. Бекетова, Харків.

Автор: ПРОКОПЕНКО Андрій В'ячеславович
Харківський національний університет міського господарства ім. О.М. Бекетова, Харків, асистент.
E-mail – a.w.prokopenko@gmail.com

ВИЗНАЧЕННЯ ІНТЕНСИВНОГО ВІДКЛАДЕННЯ ПРИ НЕЕКВІВАЛЕНТНИХ КОНЦЕНТРАЦІЯХ ЛУЖНОСТІ

А.В. Прокопенко

Дана оцінка результатів лабораторних досліджень по впливу перемішування на інгібування карбонатних відкладень при різних: температурах, концентраціях завислих речовин, масел, і нееквівалентних співвідношеннях гідрокарбонатної та гідратної лужності. Визначені ефективні діапазони параметрів перемішування для модернізації конструкції гідроциклона з метою проведення дослідно-промислових випробувань.

Ключові слова: метод, відкладення, змішування, лужність, адгезія, прямиотічний гідроциклонний апарат, очищення, ефективність, методика, кристал карбоната кальцію.

THE DEPOSIT INTENSITY DETERMINATION FOR NONEQUIVALENT ALKALINE CONCENTRATION

A.V. Prokopenko

The estimation is given to the laboratory researches results on the mixing effect at a certain speed and duration for the deposits inhibition of the active crystalline calcium carbonate forming. Tested aqueous solutions were prepared in tap water at different temperature, concentrations of suspended solids, oil, the hydrocarbonate and hydrate alkalinity non-equivalent ratios - 1: 2 and 2: 1 by volume. According to the research found that the concentration of suspended solids substantially influences the process of inhibiting solid salt deposits with vigorous stirring, while the presence of oil in water at concentrations almost no effect on the process. The effective range of mixing parameters (rate and duration) to upgrade and conduct pilot testing of the hydrocyclone construction, which is designed for a variety of wastewater treatment plants (in the metallurgical, engineering, chemical and other industries), where there is a need for their stabilization treatment - softening and neutralization.

Key words: method, deposition, mixing, alkalinity, adhesion, continuous-flow hydrocyclone unit, treatment, performance, technique, calcium carbonate crystals.